165

IXe CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION
DUSSELDORF — 1902.

IIe Section.

3e Question.

Installations de Docks.

Rapport

par

Luis Luiggi,
M. Jnst. C. E., Ingenieur en chief du Génie Civil Italien,
Directeur Général des Travaux, Buenos-Aires.

BERLIN.

P. Stankiewicz' Buchdruckerei.

1902.

II 3 No. 91 F.

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA
Legato Anselmi
OA. — b —
1255

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

Construction et exploitation des bassins de carénage, des bassins flottants et des cales d'echouage pour la conservation des grands bateaux d'outre mer.

Le grand bassin de carénage du Port Militaire de Bahia Blanca.
(République Argentine.)

Rapport

par

Luis Luiggi,
M. Jnst. C. E., Ingénieur en chef du Génie Civil Italien, Directeur Général des Travaux. Buenos-Aires.

I. Généralités.

Le Port Militaire que la République Argentine construit dans l'estuaire de Bahia Blanca semble digne d'intérêt pour les ingénieurs qui s'occupent de la construction ou de l'exploitation des bassins de carénage, et cela, en raison de circonstances diverses, parmi lesquelles il suffira de rappeler: les dimensions exceptionnelles du bassin; sa situation dans un désert complet; les méthodes adoptées et les matériaux de construction employés qui sortent aussi de l'ordinaire.

Nous dépasserions le cadre des travaux de cette section du Congrès, en abordant ici la description des différents ouvrages d'art qui constituent la première partie du Port Militaire; aussi nous bornerons nous à la description du bassin de carénage et des ouvrages qui s'y rapportent. — D'ailleurs, les divers plans et vues photographiques exposés à l'occasion du Congrès suffirent sans doute pour donner une idée de l'ensemble des ouvrages du Port Militaire et de leur état d'avancement.

Il ne sera cependant pas superflu de rappeler qu'avant de se décider pour la construction d'un grand bassin de carénage en maçonnerie, le Gouvernement Argentin avait recueilli et étudié des propositions en vue de la construction d'un bassin flottant pour

bateaux de 8000 tonneaux. Mais s'il est vrai que ces sortes de bassins sont avantageux dans le cas d'un port à fond très mou, — en raison des dépenses excessives qu'un bassin à sec exigerait, ou encore lorsque, en cas d'urgence ou pour raison d'économie, un bassin flottant peut fournir une solution provisoire acceptable, — il n'en est pas moins vrai qu'une telle solution n'était pas à conseiller dans le cas actuel: d'abord, parceque le fond est excellent pour des constructions de maçonnerie; ensuite, parce qu'il s'agissait d'entreprendre des ouvrages qui répondissent, non seulement aux besoins présents de la flotte argentine mais aussi à ceux d'un avenir encore lointain.

Or l'avenir est évidemment aux grands bateaux, soit de guerre — de 16 000 tonneaux et plus de déplacement, soit marchands — comme le "Celtic", dont le grand tonnage répond assez bien à la demande pressante d'une diminution du fret.

C'est là certainement une condition essentielle pour que les produits argentins puissent lutter victorieusement sur les marchés d'au delà de l'Atlantique. Et comme l'estuaire de Bahia Blanca est le seul port naturel de la République Argentine où puissent entrer dès maintenant et en tout temps et toute heure de la marée des bateaux de 28 à 30 pieds de calage, il a fallu adopter un bassin de carénage en maçonnerie pouvant recevoir n'importe lequel des bateaux actuellement à flot — soit de guerre, soit marchand — et même les plus grands qui pourraient être construits dans l'avenir, tout en évitant d'adopter des dimensions exagérées pouvant amener des frais inutiles de construction et d'exploitation.

II. Dimensions et type du bassin.

Le bassin actuellement en exploitation fait partie d'un ensemble constitué par une grande écluse à marée et deux autres bassins, tous servis par un même groupe de pompes d'épuisement. Cet ensemble d'écluse et de bassins se trouve placé entre une darse à marée, destinée à l'amarrage des grands cuirassés, et une darse fermée, destinée aux réparations et devant fournir un abri aux bateaux en état de désarmement.

La bassin a deux entrées, à fin que, en cas d'une avarie de la grande écluse, il puisse y suppléer pour aider au passage des bateaux de la darse de marée à la darse de radoub. — Cette disposition est analogue à celle de différents bassins de carénage de Portsmouth ou de Tilbury et à ceux de Devonport (Angleterre), actuellement en construction.

Dans le but indiqué, l'entrée du côté de la darse de marée est fermée par une porte glissante-commode surtout quand le bassin tient lieu d'écluse; l'autre entrée est fermée par une porte flottante. Il y

a en plus, en réserve une autre porte flottante intermédiaire destinée à suppléer, au besoin, aux deux premières.

La plus grande longueur du bassin est de 220 ms. entre les battants extérieurs. Déduction faite de l'espace occupé par la porte du fond et de celui qui sera pris par la porte glissante, une fois qu'elle aura été placée, il reste encore une longueur utile de 217,50 ms. (environ 713 pieds). Mais normalement, c'est à dire en laissant la porte glissante dans sa chambre mais ouverte, et en maintenant les portes flottantes dans les deux rainures extrêmes, la longueur utile est de 215,30 ms. Dans les deux cas, le bassin peut aisément recevoir l'"Océanic". — La largeur de l'entrée, au niveau des hautes marées ordinaires, est de 26 ms. (84 pieds), de sorte qu'elle permettrait par exemple, d'y faire entrer l'"Asahi" — le bateau de guerre le plus grand qui se trouve actuellement à flot.

Le seuil est à 10 ms. de profondeur ($32^1/_2$ pieds) au dessous des plus hautes marées ordinaires, et à cette profondeur, il a 22,12 ms. de largeur; de sorte que le bassin peut recevoir des bateaux en avarie d'un calage normal.

Au Port Militaire, l'oscillation ordinaire des marées est d'environ 3 ms. (10 pieds); de sorte qu'en eaux basses ordinaires il reste encore 6,50 ms. (22 pieds) d'eau au dessus du seuil. En hautes eaux de szygies, la hauteur d'eau atteint 10,50 ms. (environ $34^1/_2$ pieds), — ce qui s'est produit lors de l'entrée en bassin du premier cuirassé.

A fin de pouvoir adapter une aussi grande longueur de bassin à des bateaux plus courts, ou de pouvoir mettre à profit le bassin pour y loger à la fois deux ou trois bateaux de petites dimensions, l'on a ménagé deux rainures intermédiaires, qui permettent de diviser le bassin en trois sections d'une *longueur utile*, respectivement de 100 ms., 40 ms. et 77 ms. — Comme les rainures des entrées extrêmes, aussi bien que les intermédiaires, ont toutes des dimensions identiques, il en résulte que les portes peuvent indifféremment s'adapter à l'une quelconque des rainures.

Le profil intérieur du bassin est à échelon unique de grandes dimensions dans la partie inférieure, et — à trois échelons moindres vers le haut, — d'après le type adopté dans les bassins les plus modernes d'Angleterre et d'Italie.

Ce type, tout en ménageant un plus grande espace et en offrant des commodités pour la manœuvre dans le fond du bassin, dont la largeur est de 23,54 ms. ($77^1/_2$ pieds), s'adapte mieux aux formes presque prismatiques des carènes des bateaux modernes il comporte aussi une économie dans la maçonnerie et une plus grande rapidité dans la construction, détail important, car dans les travaux maritimes, le temps est un élément important du succès.

III. Système et matériaux de construction.

Le système de construction adopté a été le suivant:

On créa une enceinte à la zone des travaux, au moyen d'un *cofferdam*, à fin d'en écarter les eaux des hautes marées. Normalement, il y avait environ 3,50 ms. d'eau au dessus de la plage, et exceptionnellement jusqu'à 5,25 ms.

On plaça deux groupes de pompes centrifuges: les unes pour aspirer les eaux superficielles, les autres pour atteindre le fond du bassin: on entreprit l'excavation à main, avec talus naturels allant jusqu'à 4 ms. environ au-dessous du niveau de la plage. Ensuite, on enfonça quatre lignes de palplanches, deux pour chaque mur latéral du bassin. — Ces palplanches furent enfoncées au martinet, mû par injection d'eau sous pression, en frappant jusqu'à un demi mètre ($1^1/_2$ pied) de pénétration dans le fond solide, lequel fond est constitué par une couche de *tosca* compacte ou marne argileuse *(loess)* imperméable, et d'une épaisseur moyenne d'environ 8 ms.

On creusa par tronçons et avec grande rapidité le terrain compris entre les palplanches latérales, jusqu'à atteindre le fond solide, à environ 10,50 ms. au-dessous du terrain naturel et 14 ms. au-dessous de la marée haute ordinaire. — A certains endroits, on poussa jusqu'à 17 ms. au-dessous des hautes marées ordinaires, soit environ 18,75 ms. (plus de 60 pieds) au-dessous des hautes marées extraordinaires.

L'excavation des murs latéraux une fois parvenue au terrain solide, on entreprit de suite la construction de ces murs, en leur donnant la section minima compatible avec les pressions latérales qu'ils avaient à supporter: en ce faisant on voulait pousser le travail avec toute la rapidité possible à fin de ne pas donner le temps aux terrains latéraux — qui étaient sablonneux et se trouvaient imbibés d'eau — de commencer à s'ébouler, en produisant par conséquent des pressions dangereuses. Grâce à cette rapidité de la construction des murs latéraux par tronçons, et à un excellent système de drainage en dessous de ces murs pour éviter toute sous-pression de l'eau avant la terminaison du bassin, le travail put être poursuivi sans le moindre contretemps.

Sitôt qu'un tronçon des murs latéraux d'une longueur de 50 à 60 ms. et d'une "section minima" se trouva achevé, on commença à creuser le noyeau central de terrain jusqu'à la profondeur des fondations du radier, que l'on exécuta aussi par "sections minima" à fin de consolider au plus tôt la base des murs latéraux. On compléta ensuite le radier, constitué par une maçonnerie en béton disposée par couches successives, dont l'ensemble affecte la forme d'une voûte invertie de 3,20 ms. d'épaisseur à la clef, adossée contre le pied des murs latéraux.

Dès ce moment disparaissait tout danger d'affaissement des murs — qui en effet ne se produisit pas. On entreprit ensuite le revêtement en granit qui constitue la surface intérieure du bassin, et l'on coula du béton dans l'espace compris entre le revêtement et la "section minima" des murs latéraux. L'ouvrage a été construit entièrement en ciment Portland, le granit ne constituant qu'un simple revêtement.

On a donné la préférence au béton, non seulement en raison de la plus grande rapidité de construction — jointe à une plus grande imperméabilité de l'ouvrage — que ce matériel comporte, mais encore pour des motifs d'économie. D'ailleurs dans notre cas spécial, c'est-à-dire, s'agissant de travaux dans un endroit presque désert, où l'ouvrier maçon habile manque à peu près, il eut été impossible d'entreprendre un travail en maçonnerie ordinaire avec le soin que de tels ouvrages exigent.

Le béton fut préparé mécaniquement et coulé en place par de simples manœuvres, sous la conduite de quelques contremaîtres, — très experts en travaux hydrauliques, il est vrai; et le résultat fut tout-à-fait satisfaisant.

Le béton employé pour la section minima contenait: 1 partie en volume de ciment, 2 de sable et 3 de caillou. On adopta une aussi haute proportion de ciment à fin d'obtenir un durcissement rapide et une imperméabilité parfaite des murs, et aussi à cause de la grande médiocrité du sable dont on pouvait disposer. Pour le remplissage entre la section minima et le revêtement de granit, on employa un béton composé de 1 partie de ciment, $2^1/_2$ de sable et $4^1/_2$ de caillou, — également avec un excellent résultat.

On donna au revêtement en granit une épaisseur moyenne de 50 cms. dans les endroits exposés aux chocs des bateaux, et de seulement 35 cms., dans ceux qui se trouvent à l'abri. Outre qu'il évitait les fissures auxquelles les grandes masses de béton sont toujours sujettes à cause des alternatives de la température (au Port Militaire la température superficielle des maçonneries varie de $-3°$ C. en hiver à $+55°$ C. en été), ce revêtement en granit a contribué à donner à l'ouvrage cet aspect grandiose que doit avoir toute construction destinée à durer des siècles. D'ailleurs il n'a augmenté le coût total des travaux que de 3%.

Pour les battants des rainures, — où la pression hydrostatique atteint 12,15 ms. de hauteur, ce qui fait que les portes exercent une pression dépassant 3000 tonnes, — on adopta un revêtement constitué par de grands blocs de siénite, que l'expérience a prouvé être plus résistante, moins cassante et plus sûre que le granit.

On employa environ 80 000 $ms.^3$ de béton dans la construction

du bassin, des murs latéraux et du puits à pompes, et environ 4000 ms.[3] de granit et siénite dans le revêtement. — Le cube maximum de béton coulé en oeuvre pendant un mois a été de 8000 ms.[3]

IV. Accessoires du bassin de carénage.

Les accessoires du bassin de carénage sont ceux communément adoptés dans les bassins les plus récents.

Il ne sera cependant pas hors de propos d'appeler ici l'attention sur les dispositions les plus saillantes en rappelant au passage que toute l'installation mécanique se trouve en double et est susceptible d'un double mouvement — mécanique et à main — qui assurera en toute éventualité le service du bassin. C'est là une précaution indispensable dans un bassin militaire, à plus forte raison lorsqu'il se trouve placé au loin des centres de ravitaillements industriels. C'est pourquoi au lieu de machines électriques on adopta une machinerie hydraulique pour les grues, les cabestans, les moteurs des portes, etc., à fin d'avoir la sécurité absolue de son bon fonctionnement.

a) Portes. — Les portes adoptées sont au nombre de trois, une glissante à l'entrée principale vers la darse de marée, et deux flottantes. La porte glissante peut être manoeuvrée hydrauliquement ou à main, et elle est lestée de telle façon que quelque soit le niveau de la marée au moment de la manoeuvre, il ne se produit sur les glissières du fond qu'une pression d'environ 30 tonnes, qui se distribue sur une surface de 18,40 ms.[2]; de sorte que la pression sur le fond tombe au-dessous de 2 tonnes par mètre carré, ce qui rend des plus aisées la manoeuvre de la porte.

En cas exceptionnel, cette porte glissante peut aussi être utilisée comme porte flottante en la placant dans la rainure intérieure du bassin, — par exemple, lorsqu'il faudra donner au bassin une longueur maxima utile de 217,50 ms.

Le poids de la partie métallique de la porte est de 350 tonnes. Elle a été construite par la "Grange-Mouth Co." de Greenock (Ecosse).

Les deux autres portes sont flottantes: elles sont la reproduction de celles des plus récents bassins de carénage d'Italie, et appartiennent au type à "diaphragme central" avec caisson flottant à manoeuvre automatique et squelette extérieur, constitué par des barres droites et des tôles plates. Ce type comporte une considérable économie de métal et une plus grande facilité de construction et de conservation par rapport à l'ancien type de portes en forme de *bateau plat* à surface ronde. C'est pourquoi ces portes, bien que pouvant fermer une baie d'une largeur libre de 26,60 ms. en haut, 22,12 ms. en bas et de 12,70 ms. de hauteur, et pouvant résister à une pression d'eau de 12,15 ms., ne pèsent cependant que 240 tonnes.

La manoeuvre des portes flottantes se fait en vidant ou emplissant automatiquement les dépôts d'eau, sans le secours de pompes spéciales. — Ces portes ont été construites par la maison Migliardi de Savone (Italie).

b) Tins. — On adopta des tins de quille et des tins de carène semblables à ceux des bassins les plus modernes de Nord Amérique et d'Italie. Ils ont pour but de soutenir les carènes — maintenant si plates — par plusieurs endroits, imitant au possible la distribution des pressions sur le pourtour de la coque lorsque le bateau est à flot.

Les tins de quille se trouvent sur l'axe du bassin, espacés de 1,20 m.; les tins latéraux se trouvent à 1,80 m. l'un de l'autre. Ceux-ci sont glissants, à fin de pouvoir les pousser sous la carène dès que la quille commence à toucher les tins centraux.

Contrairement à ce qui a été fait dans plusieurs bassins récemment construits, les tins ont été faits en bois dur *(curupay noir)* et non pas en fonte, parceque l'on a estimé que, pour des bateaux fort rigides comme le sont les grands cuirassés modernes, et dont la quille est si courbée qu'il devient difficile de mettre en place exactement les tins qui doivent la recevoir, il est préférable que le lit de support soit quelque peu élastique et épouse au possible la forme de la quille du bateau, — et non pas que celle-ci soit forcée de se plier à celle du lit. — L'expérience faite à l'occasion de l'entrée de quatre cuirassés d'environ 7500 tonnes et qui avaient la quille fort courbée, a prouvé l'utilité pratique de cette disposition par rapport à l'ancienne.

c) Machines d'épuisement et auxiliaires. — Les pompes d'épuisement constituent deux groupes indépendants et se trouvent dans un grand puits à mi-hauteur entre le fond du bassin et les hautes marées du dehors.

Ces pompes sont centrifuges, ont des roues d'un diamètre de 1,80 m. et un tuyau de décharge de 0,90 m. Chacune d'elles est en rapport direct avec un moteur à vapeur compound de 400 I. H. P. pouvant élever environ 1250 litres d'eau par seconde à une hauteur d'environ 11 ms., — ou proportionnellement une quantité plus grande d'eau à une hauteur inversement moindre ou plus grande.

Les deux pompes, travaillant ensemble peuvent vider le bassin, soit élever 50000 ms.^{3} d'eau en trois heures environ. Avec un cuirassé dedans et utilisant une porte intermédiaire, le bassin pourrait se vider en moins de deux heures: de sort qu'un cuirassé pourrait entrer, être nettoyé, remis a flot et sortir du bassin dans le court intervalle de l'une à l'autre marée, ce qui constitue le *desiratum* dans les bassins militaires modernes.

Les pompes d'épuisement et celles des infiltrations, les chaudières — au nombre de quatre et à tirage à demi forcé — ainsi que les

accessoires restants, ont été fournis par la maison Daniel et Lueg de Düsseldorf (Allemagne).

Comme un annexe des grandes pompes, on a ménagé une installation hydraulique avec pompes à vapeur et un accumulateur de pression pour le service des grues, des cabestans, des portes et autres appareils hydrauliques de manoeuvre. Cette installation est pourvue — en plus de la conduite à pression — d'une conduite de retour dont le but est d'éviter que l'eau utilisée se perde. Cette installation a été construite par la maison "TannettWalker, de Leeds (Angleterre)".

L'installation des machines est, de plus, pourvue d'un groupe de dynamos destinés à fournir l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage et autres services accessoires du bassin.

d) Cabestans. — Aux deux entrées du bassin et de chaque côté, il existe un cabestan hydraulique, pouvant lever 5 ou 10 tonnes, destiné au halage des bateaux.

Il existe aussi des cabestans hydrauliques intermédiaires de 1 tonne de force, pour la manoeuvre des portes flottantes. Enfin il y a aussi des poulies, des bouées d'amarrage, etc., etc.

e) Grues. — Au lieu des plans inclinés ou glissières que l'on employait anciennement, on a adopté pour la descente des matériaux au fond du bassin, des grues hydrauliques glissantes, qui sont bien plus commodes pour la manoeuvre des plaques des cuirassés ou des tôles ordinaires au long des flancs d'un bateau de guerre ou marchand, ainsi que pour le changement des palettes, des hélices et en général de toutes sortes de pièces.

Il existe trois de ces grues glissantes: une de cinq tonnes de force, et deux d'une tonne et demie. Il y a en outre une grue hydraulique fixe pouvant lever 10 ou 20 ou 30 tonnes.

Toutes ces grues sont du type dit "à portail" qui permet aux wagons de chemins de fer de passer librement au-dessous d'elles.

f) Lignes ferrées, Installations électriques, Conduites, Ateliers, etc., etc. — En dehors des lignes ferrées nécessaires pour le transport aisé des matériaux entre les ateliers et le bassin, il existe encore des conduites d'eau courantes pour la provision d'eau à bord des bateaux qui se trouvent dans le bassin ou en prévision d'incendie. Il y a en outre autour du bassin — et c'est peut être la première fois que ça se fait — une distribution électrique avec six points de connection destinée à fournir l'énergie nécessaire aux bateaux qui, se trouvant à sec, ne pourraient pas faire fonctionner les dynamos de leur service de bord. Naturellement, il existe aussi des lampes électriques à arc aux alentours du bassin, pour l'éclairage nocturne; et il y en a aussi d'autres pouvant être descendues jusqu'au fond pour le travail de nuit au-dessous des carènes.

Les ateliers définitifs pour grandes réparations se trouvent actuelle-

ment en construction, mais un bon atelier mécanique pour les réparations courantes fonctionne déjà.

Sont aussi en construction les bâtiments destinés aux bureaux de l'exploitation du bassin, les cuisines, dépenses, cabinets d'aisance, bains, etc., etc. pour le personnel des bateaux, car une fois ceux-ci à sec, il devient impossible d'utiliser ces installations de bord.

g) Murailles d'amarrage pour les bateaux en réparation. — Comme complément des accessoires du bassin, on construit à son côté une muraille destinée à y amarrer les plus grands cuirassés. Elle aura une longueur de 280 ms. et une profondeur d'eau sur le front de 9,50 ms. (31 pieds) en marées basses ordinaires et de 12,50 ms. (plus de 41 pieds) en marées hautes ordinaires.

A cette muraille pourront amarrer les bateaux pour les réparations de leurs parties émergeantes de la coque ou pour changer leurs canons, chaudières et toute autre pièce lourde.

L'ensemble de ces premiers ouvrages maritimes et d'autres déjà terminés (comme par exemple, l'Hôpital de la Marine, la tour de surveillance, et les bureaux, les bâtiments pour employés, les conduites d'eau courrues, les égouts, les phares, le chemin de fer de service, les différents ouvrages concernant la fortification et les accessoires de la défense fixe), constituent le noyau d'une station navale fortifiée qui se transformera peu à peu au fur et à mesure des nécessités de la flotte argentine, en un port militaire complet, tel que le prévoit le plan approuvé par le Gouvernment.

V. Exécution des Travaux.

Le bassin et les autres ouvrages énumérés ont été construits par la maison *Dirks et Dates et Van Hattem,* de Buenos Aires.

Les études et le projet, ainsi que la direction des différents travaux a été confiée à Monsieur l'Ingénieur Louis *Luiggi,* Ingénieur en Chef du Génie Civil Italien.

Une disparticularité de ces travaux a été la rapidité avec laquelle ils ont été étudiés, contractés, et exécutés malgré la circonstance que le Port Militaire venait à se trouver situé au milieu d'une sablière entièrement déserte, éloignée de 30 kilomètres du centre habité le plus prochain, qui est Bahia Blanca, et à plus de 700 kms. de Buenos Aires.

Les premières études furent commencées le 2 Mars 1896. Le 2 Décembre l'Honorable Congrès Argentin votait un crédit de 10 millions de piastres or pour les travaux. Le 2 Août 1897, la mise en adjudication internationale des ouvrages maritimes et des fortifications de la première période était décrétée. Enfin le 18 Avril 1898, le Gouvernement approuvait le contrat des travaux.

Le 2 Juillet 1898 on clouait le premier pilotis du *cofferdam*, alors que le chemin de fer n'arrivait même pas sur les chantiers. En Juin 1899 on commencait à creuser le bassin; en Juillet 1900 on coulait le premier wagonnet de béton, enfin le 2 Janvier 1902 entrait dans le bassin le premier cuirassé.

Le 8 Mars 1902, S. E. le Président de la République, Lieutenant Général Don Julio A. ROCA déclarait à bord du cuirassé Garibaldi, officiellement inauguré le Bassin de carénage.

De sorte que les travaux énumérés ont été étudiés, contractés et exécutés dans un délai d'environ 5 années.

VI. Conclusions.

En nous résumant de tout ce qui vient d'être exposé, il ressort qu'il semble permis de dire que le Bassin de carénage du Port Militaire de Bahia Blanca est à cette heure le seul bassin pouvant recevoir l'un quelconque des plus grands bateaux existants, soit de guerre ou marchands, tant en état normal de flottaison qu'en état d'avarie; qu'il est pourvu de tous les appareils hydrauliques électriques et accessoires, pouvant être requis par le carénage d'un grand bateau; et enfin qu'il se trouve placé dans le Port de Mer aux eaux les plus profondes et de plus grand avenir commercial de toute la République Argentine.

Buenos Aires, Mai 1902.

Luis Luiggi,
Directeur des travaux.

AMM. PROV. DI TORINO
№ 15933
BIBLIOTECA
116339